

VALORISATION DES EAUX DE SURFACE
DE LA RÉSERVE DE MERGUEB (M'SILA, ALGÉRIE) AU PROFIT DE LA FAUNE
SAUVAGE PROTÉGÉE DONT LA GAZELLE DE CUVIER,
ESPÈCE EMBLÉMATIQUE DE LA RÉGION

Abdelaziz BOUDJADJA¹, Boumediène HADJ KADDOUR¹ & Henri PAUC²

SUMMARY. — *Increasing the value of surface water storage for protected wildlife, particularly the emblematic Cuvier's Gazelle, in Mergueb Reserve (M'sila, Algeria).* — The arid climate of the High Algerian Plateaux constitutes a limiting factor to the development of wild endangered Cuvier's Gazelle (*Gazella cuvieri*) registered in IUCN's red list. This antelope can utilize water from plants as well as dew, but it needs to visit waterholes frequently. In this semi-desert region, the classified nature reserve of Mergueb located in the M'sila Wilaya (Algeria) is the predilection area for Cuvier's Gazelle. It is located south of Algiers in the main high steppes of Hodna and covers an area of about 16 482 hectares. It faces however the critical problem of water scarcity and surface water storage, vital for the survival of the gazelle. Precipitation in this arid region, with an annual average around 260 mm, is characterized by a large variability, with a sporadic and torrential distribution. Maximum monthly values are observed in May and from October to December. Months from June to September suffer important water deficit. The study undertaken in 2002 by the General Direction of Forestry (DGF) within the framework of G35 UNDP-DGF project led to the selection of sites to mobilize and store surface water for wild mammals to ensure water availability during periods of shortage. An integrated management scheme has been proposed, using simple techniques and local building materials at a minimum cost. It is represented by the 'Djobs traditional water storage system' which description constitutes the core of the present paper. The choice of djobs as water storage system is based on: (1) simple building techniques adapted to the local materials; (2) a topography with very small watershed, where the runoff can be gathered and stored. Djob can be defined as a large shallow hole in the soil, or a small pond, that will store enough runoff water and will allow gazelles to easily use it without being scared. Favorable runoff catchment area for djob's construction, should: (1) be clean, smooth, non-erosive and have small slope to slow down the runoff; (2) not require heavy equipment disturbing the environment; (3) provide local building materials and at a minimum cost; (4) be easy to clean and to restore; (5) allow the wild species to approach. Selected sites are characterized by: (1) their position across small shallow and very narrow thalwegs, thus requiring only an embankment to be built with local rocks and soil gathered from the stream channel bottom; (2) impermeable reservoir bottom and side wall reducing water loss; (3) limited dike height which is function of the amount of water to be mobilized and which should reduce surface water plan to limit evaporation. With this storing method, drinking water is available for a long period and the construction is easy to realize and does not disturb the environment, thus allowing wild livestock to settle. Because of the extreme intensity of the storms that may occur in the region, the dike resistance should be increased: (1) by curing the stream channel bottom and cleaning the banks (thalweg preparation); (2) by compacting the talus and its vegetation. Autumn rainfall is responsible for alluvial deposits in the djobs. Silt deposits inside these reservoirs are inevitable in these arid lands. However, the choice of the sites should minimize this effect; catchment area less than 63 000 m² with geological formations hard to erode should be favoured. In conclusion, djobs are the solution for helping developing and protecting Cuvier's Gazelle. Their construction is simple to perform at a minimum cost. However, they should periodically be cleaned, controlled and fixed.

¹ Université Saad Dahlab de Blida, Département du Génie Rural, Route de Soumaa, BP 270 Blida. 09000 Blida (Algérie). Tél. : (213) 0 25 49 66 25 ; fax. (213) 0 25 43 39 40 ou (213) 0 25 43 11 64. E-mail : boudjadjaziz@yahoo.fr & bhkaddour@yahoo.fr

² Université de Perpignan, Laboratoire d'Étude des Géo Environnements Marins, 52 avenue de P. Alduy. F-66860 Perpignan (France). Tél. (33) 04 68 66 20 98 ; fax. (33) 04 68 66 17 47. E-mail : pauc@univ-perp.fr

RÉSUMÉ. — L'aridité du climat des Hauts Plateaux algériens constitue un facteur limitant pour l'émanicipation de la faune sauvage et particulièrement pour les espèces protégées. La réserve de Mergueb (M'sila) localisée dans ces hautes plaines steppiques représente une zone où la réhabilitation des eaux de surface est indispensable pour la sédentarisation et le développement des troupeaux de la Gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*) espèce emblématique de la région, inscrite sur la liste rouge de l'IUCN. Suite à l'étude initiée en 2002 par la Direction Générale des Forêts dans le cadre du projet G35 PNUD-DGF pour l'élaboration du plan de gestion de la réserve, il a été détecté un manque critique de points d'eau pour ce mammifère. En tenant compte des potentialités hydriques très faibles de la région (pluie moyenne annuelle autour de 260 mm, répartie sur seulement 77 jours avec un maximum en mai et entre octobre et décembre), ainsi que des différentes formes d'érosion des versants, de la technicité locale et des moyens financiers modestes, il est proposé la capture des eaux de ruissellement par le système de *Djobs*, ouvrages traditionnels parfaitement intégrés au paysage et édifiés avec des matériaux locaux. La description de ce système constitue le cœur de cet article.

La dégradation de l'environnement d'une façon générale a induit une menace certaine sur la faune et la flore des régions steppiques algériennes. Ainsi, l'effectif de la Gazelle de Cuvier (*Gazella cuvieri*), espèce menacée, emblématique de la région de Mergueb (Msila), s'amenuise pour une double raison :

- les changements anthropiques du milieu : labours de la steppe entraînant la destruction de sa flore naturelle (l'armoise et l'alfa), surpâturage par les troupeaux d'ovins, présence de chiens de bergers qui portent atteinte à la quiétude de l'espèce et braconnage ;

- la raréfaction des points d'eau dans les piémonts, zones de prédilection des troupeaux de gazelles.

La protection de l'espèce passe donc, entre autres, par la valorisation des eaux de surface. D'autres interventions dont la gestion des parcours et le zonage de l'aire protégée, compléteront l'intervention sur la réserve de Mergueb.

L'analyse de la situation des eaux de surface débouche sur des propositions de mobilisation et de stockage d'eau dans une démarche intégrée qui, tout en utilisant les techniques traditionnelles locales et les matériaux de proximité, tient compte du caractère aride du climat.

De ces propositions, le système des *djobs* comme type de collecte et de stockage d'eau a été retenu. Le choix de ce système se justifie par son adaptation aux conditions locales (climat, hydrologie, affleurements, géomorphologie et tectonique), sa réalisation aisée et peu coûteuse ainsi que par les faibles surfaces des plans d'eau qu'il présente à l'évaporation. D'autre part c'est un système qui s'intègre parfaitement dans le milieu et le paysage et qui n'effraie donc pas la Gazelle de Cuvier. C'est aussi une pratique socioculturelle locale.

Le *djob* permet d'emmagasiner une quantité d'eau suffisante à accès facile pour les troupeaux.

L'ingénierie de ces seuils est envisagée à travers un cahier de charges de spécifications techniques particulières afin de leur garantir longévité et entretien facile.

PRÉSENTATION DU SITE D'ÉTUDE

SITUATION GÉOGRAPHIQUE DE LA RÉSERVE DE MERGUEB

La réserve de Mergueb est située à 180 km environ au sud d'Alger, parmi les hautes plaines steppiques du Hodna (Fig. 1). Elle couvre une superficie de 16 481 ha, chevauchant les communes de Sidi Hadjeres, d'Aïn El Hadjel et de Sidi Ammer.

Elle occupe la partie nord-ouest du grand bassin du Hodna. Cette dépression sub-bibanique est coincée dans sa partie occidentale entre les monts de Sour El Ghoulane au nord-ouest et les monts des Ouleds Nails au sud. Cette zone constitue un bas-fond relativement plat où des dépressions plus ou moins larges (*dayas*) sont séparées par des moles topographiques.

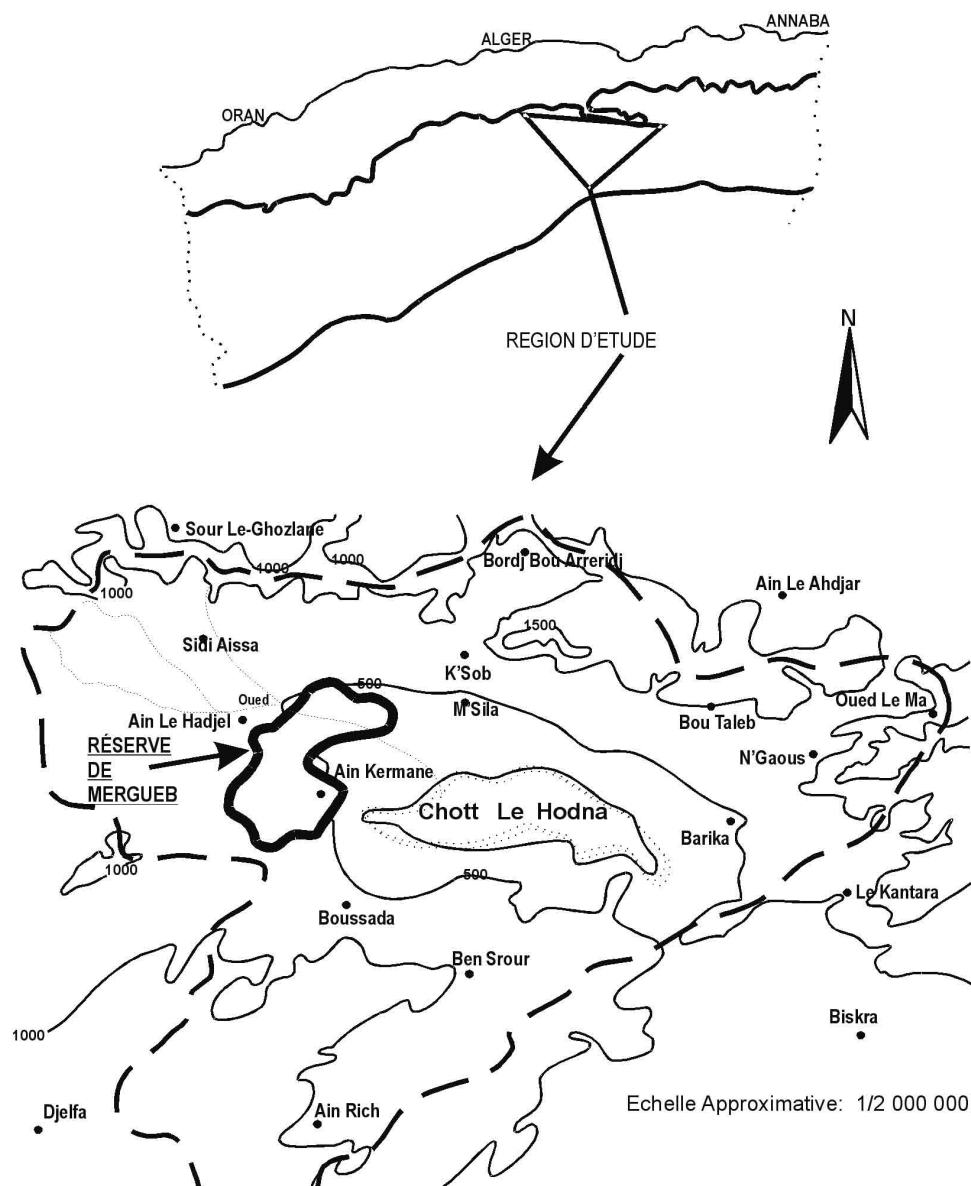


Figure 1. — Situation de la zone d'étude.

GÉOMORPHOLOGIE

La réserve de Mergueb correspond à la configuration d'une plaine steppique d'altitude comprise entre 550 m et 800 m (Hadj Kaddour, 1978).

Le réseau hydrographique se caractérise par :

- une forte densité d'écoulement sur les versants, notamment les thalwegs d'ordre 1 et 2 localisés principalement dans les régions de Chouaf El Guersa et Draa El Kantar au sud de la réserve et le long d'un axe El Marazem-Mergueb Saoula et Draa El Kitar dans la partie Nord ;

- un allongement Sud-Ouest — Nord-Est des thalwegs principaux qui drainent des zones d'épandage de très faible pente.

Les ruptures de pentes entre les parties sommitales des reliefs et les piémonts sont importantes. Les falaises fissurées à diaclases importantes qui apparaissent dans le paysage nourrissent les versants en blocs, graviers et galets issus de l'écroulement des surplombs (UNESCO, 1989).

L'action érosive par thermoclastie, par dissolution des faciès calcaires, par la force mécanique des vents (érosion éolienne) et par l'action des eaux de ruissellement (Schnebli, 1978) est très évidente :

- surfaces structurales de roches dures imperméables totalement découpées sur quelques dizaines de mètres carrés quand elles correspondent au sens topographique ;

- nombreuses grottes formées par dissolution de corniches calcaires diaclasées et fissurées. Elles sont utilisées comme abris par la faune et particulièrement la Gazelle de Cuvier.

- blocs rocheux écroulés et roulés recouvrant entièrement les pentes des versants ;

- contrebas des versants, et parfois assez loin au fond des vallons (*dayas*), jalonnés de nombreux galets dont les formes arrondies témoignent soit de leur roulement par l'eau soit de leur usure éolienne.

La surface du sol apparaît comme une succession de *dayas* séparées par des bombements très modérés que dominent les promontoires (Mergueb). Les sols souvent encroûtés sont de faible épaisseur. Dans certains secteurs, la croûte calcaire qui les couvre est continue et ne permet aucun enracinement végétal.

ANALYSE DES PRÉCIPITATIONS ET ESTIMATION DES VOLUMES

L'estimation de la pluviométrie moyenne annuelle et l'établissement d'une carte en isohyètes (Fig. 2) repose sur les données des douze stations pluviométriques du bassin versant du Chott Hodna couvrant une période de 60 ans (Hadj Kaddour, 1978). Le traitement des données mensuelles et journalières concerne les deux uniques stations situées l'une à proximité du périmètre d'étude (station de Sidi Aïssa) et l'autre à son extrémité (station de Aïn El Hadjel), pour lesquelles les données sont complètes et fiables.

La station d'Aïn El Hadjel étant située sur le périmètre de la réserve, elle est celle qui caractérise le mieux les différentes variations des précipitations. L'analyse de ces données permet de noter que l'écart entre les pluies moyennes annuelles est très faible (Tab. I), mais par contre celui des écarts-types est assez important. Ceci signifie que les dissymétries sont fortes et que les valeurs moyennes des précipitations annuelles ne sont pas assez représentatives (Demmack, 1982). Ces pluies s'ajustent efficacement à la loi de Gauss.

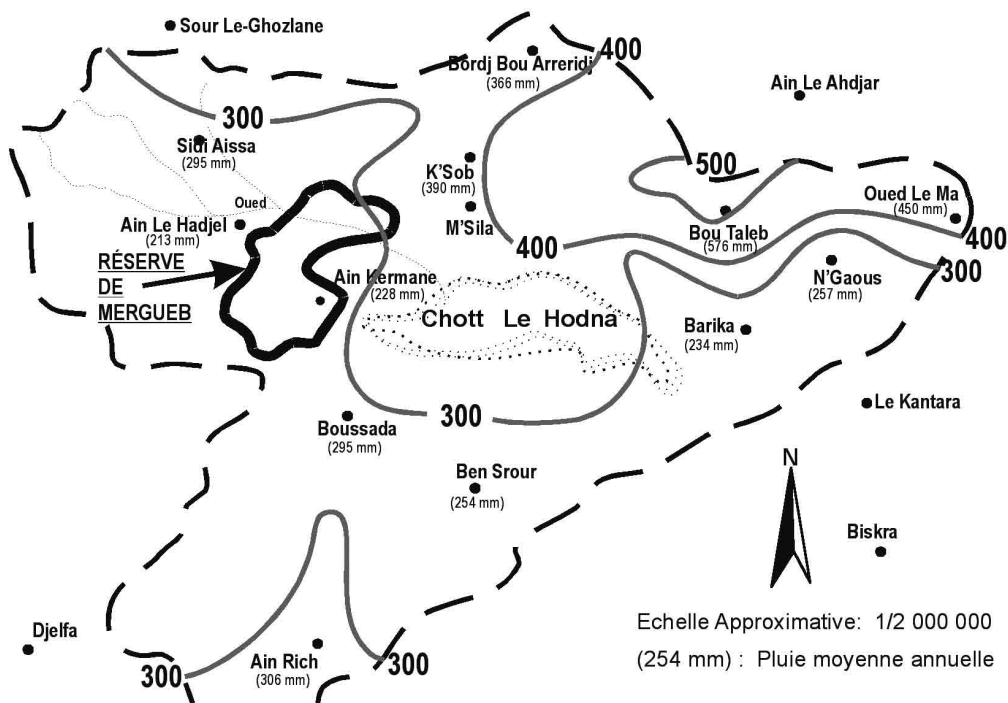


Figure 2. — Répartition des précipitations (isohyètes) dans la zone d'étude.

TABLEAU I

Valeurs des pluies : moyennes annuelles et leurs ajustements statistiques

Stations	Altitude (m)	P (mm)	I à 95 %	σ	Pluies fréquentielles (mm)			Droites d'ajustement de Henry
					10 ans	10 ² ans	10 ³ ans	
Sidi Aïssa	662	295	36	90	406	500	575	$P = 90U + 295$
Aïn Kherrmane	490	228	28	72	320	400	456	$P = 72U + 228$
Aïn El Hadjel	550	213	34	56	250	265	293	$P = 56U + 213$
Bousâada	550	295	22	93	410	540	618	$P = 93U + 295$

P (mm) = précipitation moyenne interannuelle ; I = intervalle de confiance ; σ = écart-type

La carte en isohyètes de la figure 2 montre que la réserve de Mergueb se situe dans la zone où les précipitations annuelles sont inférieures à 300 mm et seule sa partie nord-est correspond à la surface inter-isohyète 300-400 mm. Sur le plan régional, les reliefs orientés Nord-Ouest — Sud-Est (axe Bordj Bou Arreridj — Boutaleb — Oued El Mâ) reçoivent des lames de pluies supérieures à 400 mm /an.

Cette configuration traduit à elle seule l'aridité du climat régional (Boudjadja, 2004). Conjuguée à l'irrégularité de la répartition temporelle sous forme d'averses orageuses, elle montre la modicité de la ressource et implique la nécessité de pallier sa rareté par une valorisation maximale des ruissellements (Samuel & Hunkle, 1998).

Les pluies mensuelles montrent un écart entre la précipitation moyenne arithmétique et la valeur la plus probable, plus important qu'au niveau annuel (Fig. 3). Ceci souligne le caractère aléatoire des précipitations.

Les pluies journalières (disponibles seulement pour la station de Sidi Aïssa) (Tab. II) montrent que :

- le nombre moyen de jours pluvieux dont la précipitation n'excède pas 5 mm est de l'ordre de 17 jours par an ;
- le nombre moyen de jours de pluie qui excèdent 5mm est d'environ 60 jours.

Si on admet que la valeur de 5 mm permet d'obtenir un état d'humectation du sol avant tout ruissellement (Bostanoglu, 1976 ; Merle, 1989), il en ressort que le ruissellement ne se produit pas plus que durant 17 jours par année, l'humectation du sol étant assurée durant au moins 60 jours par an. La région se caractérise par une situation hydrique minimale mais favorable au développement de la flore locale adaptée, car les pluies non mesurables (inférieures à 1 mm) contribuent à la germination des graines (Samuel, 1989).

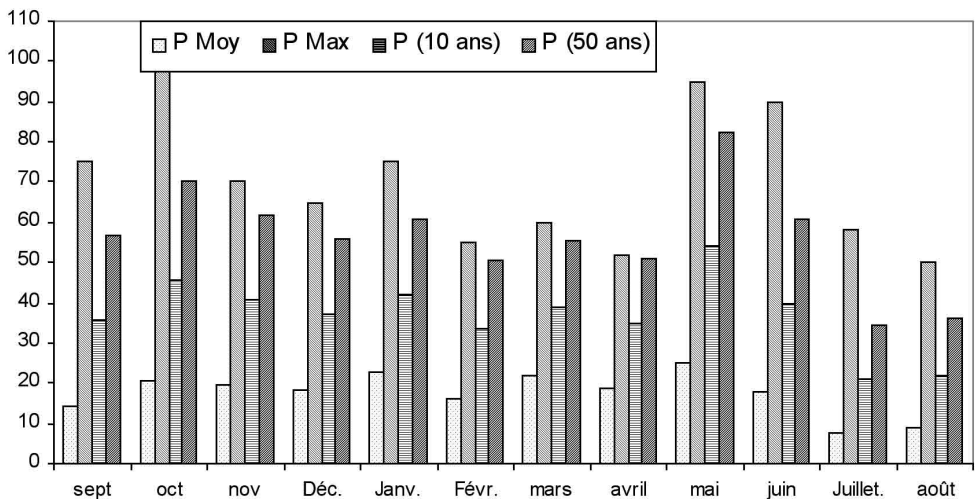


Figure 3. — Variation des pluies mensuelles à la station d'Aïn El Hadjel.

TABLEAU II

Fréquence des pluies journalières selon la loi Log Normale tronquée pour la station de Sidi Aïssa (chronique de 60 ans)

P (mm)	N _{60 ans}	N	F(P)	Log P	$\frac{\partial_1(P)}{F_1(0)} = 0.2$	$\frac{\partial_1(P)}{F_1(0)} = 0.15$	$\frac{\partial_1(P)}{F_1(0)} = 0.1$
>0	3514	59.56	0.163	0.000	0.813	---	---
>5	1033	17.51	0.048	0.699	0.240	0.320	0.480
>10	449	7.61	0.021	1.000	0.105	0.140	0.210
>15	196	3.32	0.009	1.176	0.045	0.060	0.090
>20	94	1.59	0.004	1.301	0.020	0.027	0.040
>25	52	0.88	0.0024	1.398	0.012	0.015	0.024
>30	20	0.34	0.00093	1.477	0.004	0.006	0.009
>35	13	0.22	0.0006	1.544	0.003	0.004	0.006
>40	7	0.12	0.00033	1.602	0.001	0.002	0.003
>45	4	0.068	0.00018	1.653	0.000	0.001	0.002
>50	1	0.017	0.00004	1.699	0.000	0.000	0.000

N_{60 ans} = nombre de jours de pluies sur 60 ans ; N = nombre de jours de pluies par an ; F(P) = fréquence expérimentale de dépassement ; F₁(0) = fréquence choisie les jours où il ne pleut pas ; $\partial_1(P)$ = fréquence théorique = F(P)/F₁(0).

En conclusion, l'aridité de la région est certaine. Elle est accentuée par l'extrême irrégularité de la répartition des pluies au cours de l'année et d'une année sur l'autre. La nature orageuse des pluies constitue l'autre facteur explicatif de la sévérité du régime pluviométrique (UNESCO, 1989). Les configurations topographiques des bas-fonds permettent cependant la rétention d'une grande partie des eaux de pluies surtout dans les secteurs où la croûte calcaire des sols est continue. Les horizons profonds du sol ne bénéficient cependant d'aucun apport.

VALORISATION DES EAUX DE SURFACE DE LA RÉSERVE DE MERGUEB

Dans le but de pallier l'aridité de la région, le système de collecte des eaux de surface proposé vise :

— la régulation de l'offre de l'eau destinée à l'abreuvement de la faune sauvage durant les périodes sèches ;

— l'accoutumance aux sites de la faune emblématique de la zone (Gazelle de Cuvier).

L'aridité de la zone de Mergueb fait fonctionner le biotope comme un système de réserves par impulsions qui se déclenche lorsqu'il y a de l'eau, essaie de l'utiliser le plus longtemps possible puis s'arrête jusqu'à la pluie suivante. Si l'écosystème naturel s'est créé avec ces contraintes, les changements environnementaux récents dans le milieu, en accentuant l'aridité, pèsent lourd sur le développement de la faune existante et en particulier la faune sédentaire dont la Gazelle de Cuvier.

La valorisation des eaux de surface consiste à atténuer le contraste entre pénurie et abondance d'eau en la collectant et en la stockant en période humide pour assurer une consommation minimale durant les périodes de pénurie. C'est ainsi que sera exploitée, dans l'écosystème aride, cette ressource rare mais renouvelable permettant un abreuvement de la faune sauvage durant les périodes sèches.

LE *DJOB* COMME MÉTHODE DE CAPTAGE

Le choix du *djob* comme système de collecte et de stockage des eaux de ruissellement se justifie par la forte adaptation de cette technique aux conditions locales. Ces dernières tiennent

compte aussi bien des types d'affleurements géologiques et lithologiques, des structures tectoniques, des pentes, que de l'aspect technique de réalisation (aisée et non exigeante de grande technicité) (Boudjadja, 2004). Par ailleurs c'est un système qui s'intègre parfaitement dans le milieu et le paysage, qui n'effarouche ni n'apeure la faune sauvage et par conséquent qui semble le mieux adapté, sans compter son faible coût de réalisation.

Un djob est donc un creux dans la roche ou une petite retenue à travers un petit thalweg qui permet d'emmagasiner une quantité appréciable d'eau. Du point de vue hydraulique le djob se compose :

- d'une aire de collecte du ruissellement de surface (impluvium) ;
- d'une installation de stockage de l'eau conçue pour permettre aux troupeaux de gazelles de s'abreuver directement, donc nécessairement un bassin à ciel ouvert.

CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES PROPOSÉS

Les données de terrain ont permis de choisir les sites. Ils sont au nombre de 10 répartis sur les aires de prédilection de la gazelle.

Les impluviums des 10 ouvrages (Fig. 4) ont été choisis de façon à répondre aux caractéristiques suivantes :

- surfaces lisses, imperméables et peu érodables, pouvant assurer par simple ruissellement le remplissage du djob, et de pente modérée pour avoir des vitesses de ruissellement les plus faibles possibles afin de garantir la stabilité des digues (Bouvard, 1984) ;
- situés sur des affleurements résistant à la dissolution, exempts de faciès salifères ou gypseux qui dégraderaient la qualité de l'eau ;
- facile d'accès pour les animaux dont la Gazelle de Cuvier ;
- permettant le ruissellement et l'accumulation dans les djobs de volumes d'eau suffisants pour leur utilisation.

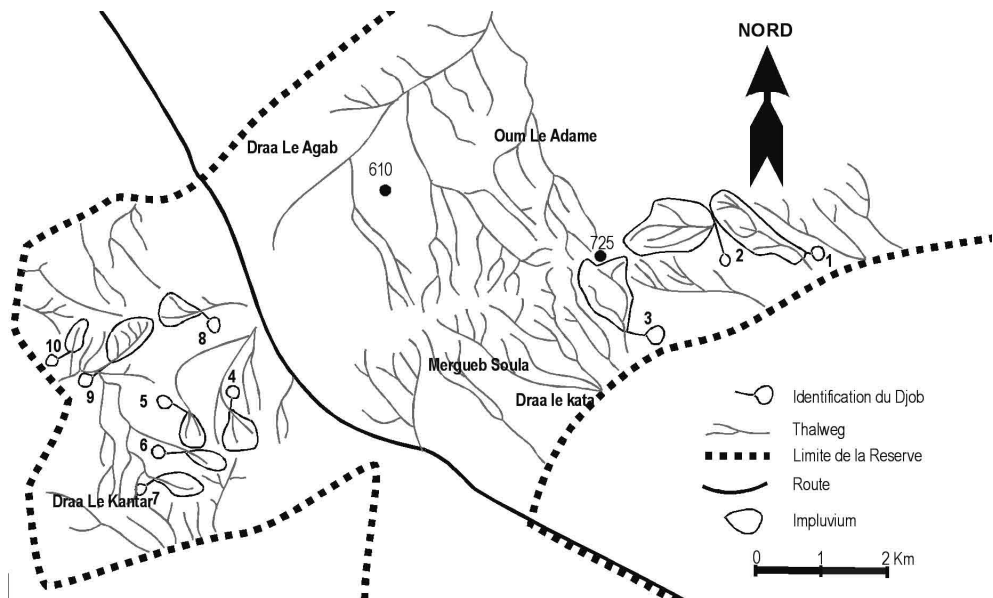


Figure 4. — Localisation des thalwegs et djobs dans la zone d'étude de la réserve de Mergueb.

Le tableau III présente les caractéristiques des 10 sites de djobs identifiés sur cette base. Il montre en particulier que les surfaces déterminées sont largement supérieures aux surfaces minimales nécessaires à leur remplissage, en ne considérant que la plus petite quantité de pluies correspondant au seuil de 5 mm minimum nécessaire au ruissellement.

Par ailleurs, les seuils des djobs retenus répondent aux conditions suivantes :

— leur position en travers de petits thalwegs de profondeur et de largeur limitée induit une réalisation ne nécessitant que la construction en maçonnerie à sec d'une digue en pierres et terre végétale. Ces matériaux étant issus de l'environnement immédiat (collecte de pierres et creusement des dépôts de terres du thalweg) réduisent considérablement le coût de réalisation et offrent une intégration parfaite au paysage, permettant de ne pas effrayer les animaux ;

— l'imperméabilité de leurs fonds et de leurs parois assurée par des surfaces de stratification de faciès compact grés-calcaire non fissuré les mettant à l'abri de l'infiltration ;

— la hauteur minime de la digue à construire, avec un rapport hauteur de digue / volume mobilisé suffisant. Les deux anciens djobs du versant nord d'Oum El M'razem ayant montré une efficacité certaine ont servi de référence ;

— la hauteur de la digue permettant d'obtenir une surface libre du plan d'eau relativement réduite afin de minimiser l'évaporation.

Les djobs 5 et 6 sont d'anciennes réalisations proposées à la réhabilitation.

S'il n'existe pas de système universellement optimum de collecte d'eau dans les régions arides, celui des *djobs* intègre les contraintes climatiques et les exigences environnementales. Il paraît techniquement valable (moyennant une réalisation adéquate) économiquement réalisable et parfaitement intégré aux paysages. Par ailleurs il présente aussi l'avantage de n'exiger qu'un entretien aisé et de ne demander ni mécanisation ni grande technicité pour sa réalisation. Ce sont là les principaux objectifs d'une telle réalisation. Le système du djob permet, de ce fait, de stabiliser la demande en eau des troupeaux et de jouer en faveur de leur sédentarisation et de leur développement.

TABLEAU III

Capacités, dimensions et volumes prévus des djobs et surface des impluviums (valeurs arrondies)

Djobs	C (m ³)	S _I (10 ³ m ²)	S _{m.r} (10 ³ m ²)	l _d (m)	h (m)	l _{pe} (m)*	V _p (m ³)**
1	36	50	7	12	1.5	6	36
2	42	62	8	14	1.5	6	42
3	42	45	8	14	1.5	6	42
4	20	20	4	10	1	6	20
5	50	-----	1		réhabilitation		50
6	40	-----	8		réhabilitation		40
7	27	12	5	10	1	8	27
8	8	20	2	4	1	6	8
9	12	22	2	7	1	5	12
10	17	10	3	10	1	5	17
Total							294

C = capacité du djob ; S_I = surface de l'impluvium ; S_{m.r} = surface minimum de remplissage ; l_d = largeur du seuil ; h = hauteur du seuil ; l_{pe} = largeur du plan d'eau ; V = volume prévu ; * largeur estimée en considérant l'horizontale qui passerait par le sommet du seuil ; ** volume derrière le barrage — seuil en tenant compte de la pente aval du terrain.

NATURE DES SEUILS PROPOSÉS

La qualité de la pierre locale servant à la réalisation de gabions et à la maçonnerie des seuils, de type compact, dure et aux arêtes vives, ainsi que l'angle de talus naturel, justifient le choix des seuils en pierres sèches. Dans le cas des sections larges de thalwegs, il est proposé la combinaison de deux procédés : gabionnage à la base du seuil puis simple muret en pierres sèches. Cette combinaison assurera dans ces cas plus de stabilité à l'ouvrage. Ce procédé sera complété du côté aval par un reprofilage de pente en pierres et en terre végétale collectée lors du creusement de la ravine. La pente ainsi obtenue sera fixée par des touffes d'armoise et d'alfa pour recréer l'environnement naturel et permettre à la faune de s'abreuver de n'importe quel côté du djob. Au bout de quelques années, ce système verra les pierres se souder entre elles donnant ainsi plus de stabilité à l'ensemble et évitant aux mailles en zinc des gabions toute corrosion. D'autre part le système, tout en adhérant parfaitement aux parois et au fond, garde une certaine souplesse sous l'effet des pressions de l'eau. C'est aussi un procédé adapté aux pentes relativement importantes.

Afin de pallier d'éventuels et probables déplacements de l'ouvrage sur ses extrémités latérales lors des épisodes pluvieux d'intensités exceptionnelles, le seuil doit être bien arrimé. Ceci est rendu possible par le choix de pierres anguleuses et hétérométriques pour combler le moindre vide et donner une cohésion à l'ensemble. Par ailleurs, le sommet du muret doit être assez large (0,5 à 0,8 m). La hauteur des ouvrages ne doit pas excéder 1,5 m en raison du taux d'envasement du djob qui augmente avec la hauteur de la digue.

La figure 5 traduit le système combiné gabions — pierres sèches et le système seuil uniquement en pierres sèches et illustre les 2 types de seuils proposés.

Les caractéristiques géométriques des 10 djobs, déterminées par les conditions de terrain, sont consignées dans le tableau III. Les atterrissements dans les thalwegs et le nettoyage des extrémités des seuils sont appréciés au mètre près.

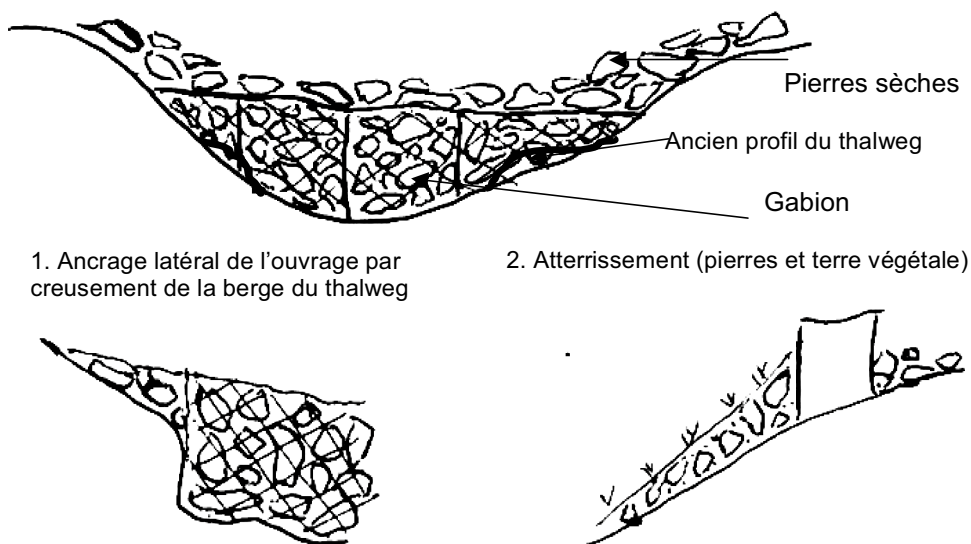


Figure 5. — Nature des seuils proposés.

Compte tenu du caractère torrentiel des pluies, la résistance du seuil à l'écoulement dépendra en grande partie des opérations de :

- préparation de thalwegs : curage du fond, nettoyage des parties latérales et du fond ;
- choix du matériau : pierres dures, compactes, non attaquables par les eaux, anguleuses et de différentes tailles de sorte que les plus petites permettent la cohésion des plus grosses ;
- préparation des rives du thalweg afin d'avoir un bon ancrage ;
- bon compactage du talus en contrebas du seuil ;
- colonisation végétale du talus aval des seuils.

Certaines interventions complémentaires sur les ouvrages sont nécessaires. Elles consistent en la construction de seuils en travers des thalwegs secondaires dans le but de piéger les sédiments fins et de casser la vitesse du ruissellement. Dans le même but, la pose de blocs sur les surfaces d'impluvium d'une manière clairsemée est recommandée. Elle permet la rupture de l'énergie du ruissellement sur les fortes pentes, rompant l'aspect très lisse de l'impluvium.

La transplantation de touffes d'armoise et d'alfa prélevées avec leurs mottes lors du nettoyage des thalwegs permet :

- le renforcement du talus et l'assise du seuil ;
- l'intégration de l'ouvrage dans son environnement naturel ;
- la progression du front d'humidité sans provoquer de glissement.

ENVASEMENT ET ENTRETIEN DES OUVRAGES

Envasement des retenues

L'envasement des retenues est inévitable, surtout sous climat aride (Abid & Zahaf, 1981 ; Boudjadja, 1998 ; Heuch & Millies, 2001). Cependant au vu des faciès et des lithologies en amont des retenues, il est prévu pour être minime.

La faible étendue des impluviums des djobs ne permet pas de quantifier d'une manière significative les apports solides. Ils restent cependant fonction de la nature des précipitations et de l'état d'humectation des sols. Plus le caractère d'averse est prononcé plus les précipitations érodent et transportent. Celles tombant sur un sol sec sont plus agressives, ainsi, les pluies d'automne apparaissent comme les plus responsables de l'alluvionnement des djobs.

Entretien des djobs

L'entretien des djobs devra obéir à une démarche méthodique qui fixe les objectifs de l'intervention :

- contrôle du processus d'évolution de l'ouvrage ;
- maintien de l'ouvrage dans un état compatible avec son utilisation.

Ainsi il est à distinguer deux types d'entretien :

— l'entretien régulier, qui consiste à dévaser l'ouvrage et à nettoyer son thalweg d'alimentation, une fois par an au printemps. Les produits ainsi collectés serviront à renforcer le talus aval et les bords latéraux du seuil. Cet entretien concernera aussi la végétation du talus qui devra être maintenue en état et renforcée ;

— l'entretien occasionnel, qui consiste à inspecter les djobs après chaque épisode pluvieux exceptionnel. Il permet d'intervenir en cas de rupture ou de fuite, pour la réhabilitation des seuils endommagés. Il consiste à maintenir la fonction du djob.

BILAN DE LA RÉALISATION

La réalisation de ces ouvrages s'est faite immédiatement après l'étude et la matérialisation des sites sur le terrain. Les travaux ont duré quatre mois. Une fois réalisés, les sites ont été inspectés et les opérations d'observation de gazelles menées régulièrement. Deux années après, les pluies ont permis un stockage minimum d'eau. Les djobs de la réserve de Mergueb sont des points fréquentés par les gazelles qui avaient migré dans les régions sud devenues trop dangereuses du fait du braconnage. Le dernier comptage a noté la présence de plus de 17 individus dont des petits de moins d'un an d'âge. Ces observations attestent de l'efficacité de ces ouvrages dont l'intégration au paysage constitue un élément important.

RÉFÉRENCES

- ABID, A. & ZAHAF, H. (1981). — Envasement et dévasement des retenues et barrages en Tunisie. *Revue tunisienne des équipements*, Oct. Nov. Déc., n° 38 : 8-9.
- BOUDJADJA, A. (1998). — Estimation empirique et expérimentale du transport solide dans la région ouest du côtière algérois. *Proc. Comm. 2^{es} Journées Scient. et Tech. du Génie Rural*, Université de Blida.
- BOUDJADJA, A. (2004). — *Aménagement intégré, ressources en eaux et protection des versants de la partie ouest du côtière algérois et de la vallée aval du bas Chelif*. Thèse de Doctorat d'état, Université Saad Dahlab, Blida.
- BOSTANOGLU, L. (1976). — Restauration et protection des pentes dégradées. *Cahiers FAO, Conservation des sols*, n° 3 : 105-125.
- BOUVARD, M. (1984). — *Barrages mobiles et ouvrages de dérivation*. Ed. Eyrolles, Paris.
- DEMMACK, A. (1982). — *Contribution à l'étude de l'érosion et du transport solide en zones semi-arides*. Thèse de Docteur Ingénieur, Paris VI.
- HADJ KADDOUR, B. (1978). — *Contribution à l'étude hydrologique du bassin versant de l'oued El Ham, Chott du Hodna, Algérie*. Thèse d'ingénieur, INA, El Harrach, Alger.
- HEUCH, B. & MILLIES, L. (2001). — Une méthodologie pour estimer l'écoulement et l'érosion dans un bassin versant : application au Maghreb. *Revue Mines et Géologie, Rabat*, 99 : 21-31.
- MERLE, J.P. (1989). — Transport des sédiments : ouvrages en rivières résultats expérimentaux. *La Houille blanche*, n° 3-4 : 273-280.
- SAMUEL, H. & HUNKLE, J. (1998). — *Aménagement des bassins versant partie I. et II*. Documentation FAO.
- SCHNEBLI, G. (1978). — *Géomorphologie applicable*. Editions Masson & Cie, Paris.
- UNESCO (1989). — *Rapport sur le problème d'érosion de transport solide et la sédimentation dans les bassins versants*.

